

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-297940

(43)Date of publication of application : 12.11.1993

(51)Int.Cl.

G05D 1/02

B25J 5/00

B25J 19/04

G05D 3/12

G06F 15/62

(21)Application number : 04-121431

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 15.04.1992

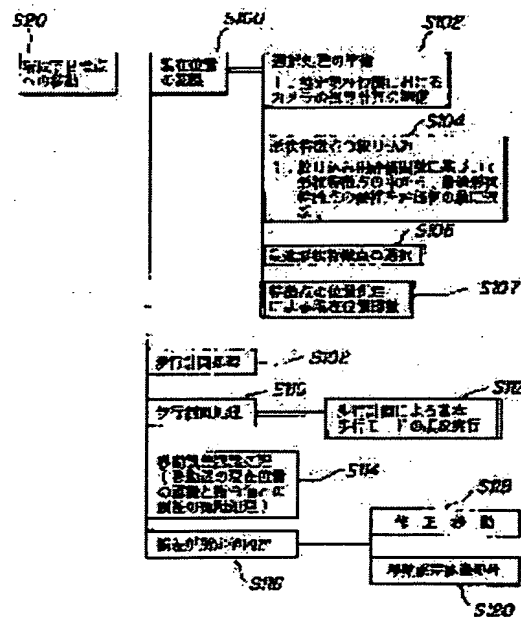
(72)Inventor : HAIKAWA YUJI

(54) RECOGNITION PROCESSOR FOR PRESENT POSITION OF MOBILE OBJECT

(57)Abstract:

PURPOSE: To quickly and accurately recognize the present position of a mobile object by selecting a prescribed feature point based on a prepared evaluating function and recognizing the present position of its own based on the image information on the selected feature point to properly set the evaluating function.

CONSTITUTION: When a shape feature point is decided, the shape feature point described in the environmental information is evaluated by a 1st evaluating function. Then, a list of the feature point candidates is produced in the order of evaluating results. In a step S104, a shape feature point is selected out of the node data on the subject described in the environmental information and a fact is checked whether the selected feature point is kept in the viewfield of a camera or not. Then, the distance is calculated between a robot and the shape feature point. In a step S107, the present position of the subject is recognized through the measurement of the selected feature point. Then, a walking program processing step S108 is carried out. Thus, the present position of the subject can be recognized at a high speed and with high accuracy with the evaluating function set properly.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.10.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3176701

[Date of registration]

06.04.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11)特許番号

特許第3176701号

(P3176701)

(45)発行日 平成13年6月18日(2001.6.18)

(24)登録日 平成13年4月6日(2001.4.6)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	FI	
B 2 5 J	5/00	B 2 5 J	5/00 F
	19/04		E
G 0 1 B	11/00	G 0 1 B	11/00 H

請求項の数3(全15頁)

(21)出願番号	特願平4-121431	(73)特許権者	000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(22)出願日	平成4年4月15日(1992.4.15)	(72)発明者	配川 有二 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式 会社本田技術研究所内
(65)公開番号	特開平5-297940	(74)代理人	100081972 弁理士 吉田 豊 (外1名)
(43)公開日	平成5年11月12日(1993.11.12)		
審査請求日	平成10年10月27日(1998.10.27)	審査官	佐々木 正章
		(56)参考文献	特開 昭63-44103 (JP, A) 特開 平1-311207 (JP, A) 特開 昭60-217413 (JP, A)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 移動体の現在位置認識処理装置

I

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 視覚センサを備え、少なくとも前記視覚センサを通じて得た画像情報に基づいて自己の現在位置を認識して移動する移動体の現在位置認識処理装置において、前記現在位置認識処理装置が、

a. 移動空間に存在する物体の形状ないしは位置について複数個の特徴点を予め記憶する記憶手段、

及び

b. 前記複数個の特徴点の中から予め用意された、距離についての関数及び角度についての関数の少なくともい
ずれかを含む評価関数に従って所定の特徴点を選択し、
前記選択された特徴点についての画像情報に基づいて自
己の現在位置を認識する認識手段、

からなることを特徴とする移動体の現在位置認識処理装置。

2

【請求項2】 複数本の脚部リンクを備えてなる脚式移動ロボットの歩行制御装置において、

a. 前記ロボットの歩行動作を所定の複数個の歩行機能の中から選択して決定する歩行動作決定手段、

及び

b. 前記決定された歩行動作を実現するように前記脚部リンクを駆動する駆動手段、

を備えることを特徴とする脚式移動ロボットの歩行制御装置。

【請求項3】 前記歩行機能が、停止→直進→停止、停止→登り→停止、停止→降り→停止、停止→方向転換→停止、停止→歩幅合わせ→停止を少なくとも含むことを特徴とする請求項2項記載の脚式移動ロボットの歩行制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は移動体の現在位置認識処理装置などに関し、より具体的には移動環境内の視覚認識アルゴリズムに適した特徴的な形状を認識して、その認識された位置から自己の現在位置を認識する移動ロボットにおいて、視覚認識処理の高速化と高精度化を実現したものなどに関する。

【0002】

【従来の技術】移動体としては有人、無人を含めてさまざまなものが存在するが、そのうち無人の移動体として代表的なものに移動ロボットを挙げることができる。そして、移動型のロボットとしては今までに、特開昭62-97005号公報に記載の脚式のもの、特開昭62-285112号公報に記載のクローラ式のもの、ないしは車輪式のものなど種々のものが提案されている。その様な移動ロボットが例えば屋内を移動するとき、天井やドアの様に見えやすく、かつ形状も簡単なものを視覚認識処理して自己の現在位置を求めて移動することが予想される。尚、視覚認識処理技術自体は、例えば「機械の研究」第43巻、第1号（1991年）、ないしは「人工知能学会誌」Vol. 5, No. 6（1990年11月）などに詳しい。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、現実にはロボットが移動する際には、複雑な環境の中を精度良く現在位置を認識して移動することが要求されるため、前記の天井の様に、遠方であって正確な位置の測定が困難な対象によって現在位置を知ろうとする手法では、十分な移動精度を実現することができない。

【0004】このため、ロボットの近傍にある対象物の形状の中から、認識しやすいものを選択して高精度に現在位置を認識しようとするのが容易に考えられるが、この様な一般的な対象物の中に存在する視覚認識に適した形状は、物体の角部や色彩の異なったラベルなどであって、それらは現実には多数存在しており、それらの中から、どの特徴形状を使用するか予め設定しておくことは、移動経路が特定されていない限り、困難である。

【0005】従って、この発明の目的は上記した不都合を解消することにより、移動環境内を移動する移動体において視覚認識処理を通じて現在位置を高速かつ高精度に認識できるようにした移動体の現在位置認識処理装置を提供することにある。更に、移動体である脚式移動ロボットが現実には歩行するときは、障害物が多数存在する環境内を障害物を回避しつつ移動するように歩行制御しなければならず、そのような歩行制御を実現することが望まれていた。従って、この発明の第2の目的は、障害物が多数存在するような環境においても安定して歩行制御することができるようにした脚式移動ロボットの歩行制御装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記した課題を解決するためにこの発明は下記の如く構成した。後述する実施例の表現を付記して説明すると、請求項1項にあっては、視覚センサ32を備え、少なくとも前記視覚センサを通じて得た画像情報に基づいて自己の現在位置を認識して移動する移動体の現在位置認識処理装置において、前記現在位置認識処理装置が、移動空間に存在する物体の形状ないしは位置について複数個の特徴点を予め記憶する記憶手段（制御ユニット26、S10から12）、及び前記複数個の特徴点の中から予め用意された、距離についての関数及び角度についての関数の少なくともいずれかを含む評価関数に従って所定の特徴点を選択し、前記選択された特徴点についての画像情報に基づいて自己の現在位置を認識する認識手段（制御ユニット26、S14から20、S100）とからなる如く構成した。請求項2項にあっては、複数本の脚部リンク2を備えてなる脚式移動ロボット1の歩行制御装置において、前記ロボットの歩行動作を所定の複数個の歩行機能の中から選択して決定する歩行動作決定手段（制御ユニット26、S10からS18）、及び前記決定された歩行動作を実現するように前記脚部リンクを駆動する駆動手段（制御ユニット26、S20からS28）を備える如く構成した。請求項3項にあっては、前記歩行機能が、停止→直進→停止、停止→登り→停止、停止→降り→停止、停止→方向転換→停止、停止→歩幅合わせ→停止を少なくとも含む如く構成した。

【0007】

【作用】移動空間に存在する物体の形状ないしは位置について複数個の特徴点を予め記憶しておき、その中から予め用意された、距離についての関数および角度についての関数の少なくともいずれかを含む評価関数に基づいて自己の現在位置を認識するようにしたことにより、評価関数を適宜設定しておくことにより、高速かつ高精度に現在位置を認識することができる。さらに、ロボットの歩行動作を所定の複数個の歩行機能の中から選択して決定し、決定された歩行動作を実現するように前記脚部リンクを駆動するように構成したので、複雑な環境を移動するときも、目標とする経路の記述が明確となって制御が容易となり、安定した歩行制御を実現することができる。

【0008】

【実施例】以下、移動体として2足歩行の脚式移動ロボットを例にとってこの発明の実施例を説明する。図1はそのロボット1を全体的に示す説明スケルトン図であり、左右それぞれの脚部リンク2に6個の関節（軸）を備える（理解の便宜のために各関節（軸）をそれを駆動する電動モータで例示する）。該6個の関節（軸）は上から順に、腰の脚部回旋用の関節（軸）10R、10L（右側をR、左側をLとする。以下同じ）、腰のピッチ方向（y軸まわり）の関節（軸）12R、12L、同口

ール方向（x軸まわり）の関節（軸）14R、14L、膝部のピッチ方向の関節（軸）16R、16L、足首部のピッチ方向の関節（軸）18R、18L、同ロール方向の関節（軸）20R、20Lとなっており、その下部には足平（足部）22R、22Lが装着されると共に、最上位には基体（胴体部24）が設けられ、その内部には後で述べる様にマイクロ・コンピュータを備えた制御ユニット26が格納される。上記において腰関節は関節（軸）10R（L）、12R（L）、14R（L）から構成され、また足関節は、関節（軸）18R（L）、20R（L）から構成される。また、腰関節と膝関節との間は大腿リンク28R、28Lで、膝関節と足関節との間には下腿リンク30R、30Lで連結される。

【0009】脚部リンク2は左右の足についてそれぞれ6つの自由度を与えられ、歩行中にこれらの $6 \times 2 = 12$ 個の関節（軸）をそれぞれ適宜な角度に駆動することで、足全体に所望の動きを与えることができ、任意に3次元空間を歩行することができる様に構成される。先に述べた様に、上記した関節は電動モータからなり、更にはその出力を倍力する減速機などを備えるが、その詳細は先に本出願人が提案した出願（特願平1-324218号、特開平3-184782号）などに述べられており、それ自体はこの発明の要旨とするところではないので、これ以上の説明は省略する。

【0010】ここで、図1に示すロボット1の基体24には、公知のCCD（固体映像素子）カメラからなる視覚センサ32が1個（単眼）配置され、その出力はマイクロ・コンピュータからなる画像処理ユニット34に送られる。また、足首部には公知の6軸力センサ36が設けられ、足平を介してロボットに伝達されるx、y、z方向の力成分Fx、Fy、Fzとその方向まわりのモーメント成分Mx、My、Mzとを測定し、足部の着地の有無と支持脚に加わる力の大きさと方向とを検出する。また、基体24の上部には一対の傾斜センサ40、42が設置され、x-z平面内のz軸に対する傾きとその角速度および角加速度と、同様にy-z平面内のz軸に対する傾きとその角速度および角加速度とを検出する。また、各関節の電動モータには、その回転量を検出するロータリエンコーダが設けられる（図1において足関節の電動モータ用のもののみを示す）。これらの出力は前記した制御ユニット26に送られる。

【0011】図2は制御ユニット26の詳細を示すブロック図であり、マイクロ・コンピュータから構成される。そこにおいて傾斜センサ40、42などの出力はA/D変換器50でデジタル値に変換され、その出力はバス52を介してRAM54に送られる。また各電動モータに隣接して配置されるエンコーダの出力は可逆カウンタ56を介してRAM54内に入力される。またユーザが目標位置などを入力するためにキーボードとマウス58が設けられ（図1で図示省略）、その出力はマイクロ

・コンピュータからなるユーザインタフェース60を通じてマイクロ・コンピュータ内に送出される。更に、前記した画像処理ユニット34の出力も通信インタフェース62を通じて同様にマイクロ・コンピュータ内に取り込まれる。制御ユニット内には演算装置64が設けられており、ROM66に格納されている環境地図に基づいて後で詳細に述べる様に現在位置の認識処理を行って歩行制御値を決定し、可逆カウンタ56から送出される実測値との偏差から電動モータの速度指令値を算出し、D/A変換器68を介してサーボアンプに送出する。

【0012】続いて、この制御ユニットの動作を説明する。

【0013】図3はその動作を環境認識処理に焦点をおいて示す機能ブロック図である。図示の如く、前記したROM66に格納した環境地図に基づいて視覚センサ32を通じて得た画像情報から現在位置を認識しつつ移動制御を行うものである。

【0014】以下、図4のフロー・チャート（PAD図（構造化フロー・チャート））を参照してその詳細を説明する。

【0015】まず、S10において移動環境における初期現在位置の概略値、即ち、最初にロボット1が立っている位置と方向とを入力し、次いでS12において移動目標、即ち、目標点の位置とロボットの方向とを入力する。この入力図2に示したキーボード、マウス58とユーザインタフェース60とを通じて行う。

【0016】ここで、この実施例においては、移動環境として図5に示すような室内環境を想定する。即ち、ロボットは与えられた命令に従って階段を昇降し、2本の柱の間を通過して目標点に辿りつくための経路を選んで、その経路を参考にして移動動作を実行する。環境地図は図6に良く示す如く、最上位レベルから第2レベルを経て第3レベルに至るように階層的に記述する。最上位レベルは建物内の結合関係を示すものでエリアの結合として記述される。エリアはルームとリンクで構成される。ここでルームとは部屋や廊下のように領域的に一固まりに考えられる空間を、リンクとはルームの間を移動するために通過しなければいけない階段、ドアなどの場所を意味する。最上位レベルの下には、物体配置情報が第2レベルとして記述され、更にその下に、各物体について後で述べる接近禁止領域の情報、形状特徴の情報などが記述される。図7と図8にその詳細を示す。このような情報が環境地図としてROM66内に格納される。尚、以下では図5に示した部屋内の移動に限って説明する。

【0017】図4フロー・チャートにおいては次いでS14に進んで経路計画処理を行う。脚式移動ロボット、特に2足歩行のものにおいては、指定された距離を進んだり、指定された経路上を移動するなど、進行方向を自由に制御することは簡単ではない。しかしながら、移動

制御では、その様な移動の実現が不可欠である。そこで、この実施例では、移動動作を幾つかの基本歩行機能に分割して実行する様にした。これによって基本歩行機能を実行する制御処理のみで移動制御を実現することができる。基本歩行機能は図9に示す様に、(a)直進、(b)階段昇降、(c)方向転換、(d)歩幅合わせ(前後)、(e)歩幅合わせ(左右)の5種とした。S14の経路計画処理の時点ではこの様に基本歩行機能の結合として表現し、軌道としての直接表現はしない。

【0018】このS14での経路計画処理は具体的には、図10に示す様な必須通過点を生成し(S16)、図11に示す様な障害物との干渉を検討しつつ図12に示す様な障害物回避経路を生成する(S18)ことである。ここで、必須通過点としては、階段下目標点A、階段降り始め点B、階段領域脱出点Cでの位置と方向とする。これを詳細に示すと、図13のようになる。

【0019】図4フロー・チャートにおいては続いてS20に進み、階段下目標点(A点)への移動制御を行う。

【0020】そのサブルーチンを示す図14フロー・チャートを参照して説明すると、先ずS100において現在位置の認識を行う。具体的には、先ずS102において選択処理の準備を行う。図15はそのサブルーチンを示すフロー・チャートであり、選択処理の準備はS1020、S1021に記載する様に、推定現在位置におけるカメラ(視覚センサ32)の視野計算の準備を行うことである。図16にそれを示す。

【0021】図14フロー・チャートにおいて、続いてS104に進んで形状特徴点の絞り込みを行う。図17はそのサブルーチンを示すフロー・チャートである。形状特徴点の絞り込み処理は、環境情報に記載された形状特徴点の中から、形状特徴点の候補を算出するために、階層的に記述されている環境知識情報の全物体の全形状特徴点(図8に示す)に対して絞り込みのための第1の評価関数による評価を行い、その評価結果の順に特徴点候補のリストを作り出す。第1の評価関数としては、遠くの点ほど認識精度が悪く、他の形状との誤認識の可能性が大きいという一般的な性質から、ロボットからの距離を認識誤差の大きさに関する評価関数として採用した。特徴点候補の数は、次の最適特徴形状点選出処理に必要な数だけ用意すれば良いので、その数を予め設定して不要の分は捨てている。原理的には捨てずに全ての形状特徴点の順番のリストを求めても良い。

【0022】具体的には図17フロー・チャートのS1040からS1048に示す如く、環境情報に記載されている対象物体のノードデータ(図8に示す)から形状特徴点を選び出し、その形状特徴点がそのときのカメラの視野の中に入っているかを調べる。次にロボットから形状特徴点までの距離を計算する。単眼による視覚処理なので、図18に示す様に、カメラから形状特徴点まで

の視線が環境情報に記載されている形状特徴点の高さを横切る点までの距離により、ロボットから形状特徴点までの距離を求める。

【0023】この手法では形状特徴点までの距離しか測定できないので、ロボットの現在位置を求めるためには、少なくとも2点以上の形状特徴点までの距離を求める必要がある。この実施例ではその必要最小限の2点の距離から位置を決定している。他方、この手法では2点が決まる角度が小さいと、方向の測定誤差が大きくなる。そのため、図14フロー・チャートにおいて次のS106の最適形状特徴点の選択処理において、測定誤差が大きくなりすぎないようにした。

【0024】即ち、図19サブルーチン・フロー・チャートに示す最適形状特徴点の選択処理では、形状特徴点候補の上位2点の挟む角度が、誤差の許容量から決められる角度(許容角度)よりも大きかったら、そのまま2点を最適形状特徴点として決定し、その2点からロボットの現在位置を計算する(S1060~S1062)。また、許容角度より小さければ、視野の中にある他の形状特徴点候補を含めた2点によって挟む角度を大きくできるか否かを判断する(S1063)。このとき、全ての組み合わせを調べる様にすると、候補の数が多くなった場合に処理時間が急速に長くなるので、この実施例では上位2点のうち、1点を交換することとして、その組み合わせの中で挟み角が最大となる2点の組を最適形状特徴点と決定している。例えば、図20に示す如く、候補1、2による挟み角 α が許容角度より小さいときは、候補1、2の一方、この場合は1を4に代え、新たな挟み角 β を求めて許容角度と比較する様にした。

【0025】尚、評価関数としては更に、近くに誤認識しやすい形状がある場合に、その様な形状の特徴点の使用を避ける様に、視覚認識のアルゴリズムの認識確率に関する関数を使用しても良い。また、複雑な環境の中を移動する場合には、複数の視覚認識やソナーなどの他の環境認識手段を併用して現在位置を認識することが考えられるが、その場合には、それらの処理の容易さや、認識精度なども考慮した評価関数を設定して形状特徴点を決定しても良い。

【0026】図14フロー・チャートに戻ると、S107において選択した特徴点の位置測定を通じて現在位置を認識した後、続いてS108に進んで歩行計画処理を行う。これは図21に示す様に指定された移動目標となる様に基本歩行機能へ展開する作業を意味する。具体的にはそのサブルーチンを示す図22フロー・チャートに従って説明すると、S1080において転換角度などを決定し、S1081において歩数と余りを決定する。より具体的には図22の下部に注記した様に、最初に α 度転換し(モードP1とする)、 n 歩前進し(モードP2)、余り l' mを歩幅合わせで前進し(モードP3)、最後に β 度転換する(モードP4)歩行を計画す

る（尚、各モードの後に付した（a）などは、図9に示す該当する基本歩行機能を示す）。

【0027】図14フロー・チャートにおいては続いて、S110に進んで歩行制御処理を行う。これはS112に示す様に歩行計画による基本歩行モードの順次実行を意味しており、具体的には図23のサブルーチン・フロー・チャートにおいてS1120～S1123に示す如く、モードP1からP4を順次実行すべく、制御値を決定することを意味する。但し、ここで留意すべきことは、この段階において制御は、該当する基本歩行機能を実現する様に、図1に示した12個の関節についての角度指令値で決定されることであり、より具体的には角度指令値とエンコーダを通して得た実際値との偏差を解消する様にサーボアンプを介して各モータを駆動する様に行われる。但し、その詳細はこの発明の目的とするところではないので、これ以上の説明は省略する。

【0028】図14フロー・チャートにおいては、続いてS114において移動誤差の認識処理、即ち、移動目標（階段下）への指令値に基づく移動後の現在位置の推定値に対してS100と同様の現在位置の認識を行って指令値との移動誤差を認識する処理を行い、S116～S120で誤差が所定値を超えると判断されるときは、誤差がその所定値以下になるまで修正移動を反復する。図24に移動指令から推定した現在位置と視覚センサを通じて求めた現在位置とから、移動誤差を求める状態を示す。尚、図25は画像処理による形状特徴点の確認作業の説明図である。

【0029】図4フロー・チャートに戻ると、続いてS22～S28に進んで階段登り動作などが行われるが、これはS20の階段下目標点への移動で述べたと同様に、現在位置を認識して歩行（移動）制御を行い、移動誤差を認識して修正移動を行うことであるので、その詳細は省略する。

【0030】この実施例は、予定する移動空間に存在する物体の形状特徴点を全て環境地図に記述しておき、その中から予め用意された評価関数に従い、所定の離間距離内にあるものを先ず選別し、その近傍の入力画像データのみを用いて挟み角が許容角度より大きいものを選択して現在位置を認識する様にした。また挟み角が許容角度以下のときは候補点の一方を代えて測定し直し、許容角度を超えるものの中で最大となるものを選択して現在位置を認識する様にした。更に、絶対的な現在位置ではなく、相対的な現在位置、即ち、移動指令から推定した現在位置と視覚センサを通じて得た実際の現在位置との誤差を求め、誤差が許容範囲を超えるときは修正移動する様にした。よって、現在位置を認識するのに適した形状特徴点に対する環境認識処理を高速かつ高精度に行うことができる。また環境地図に特徴点を記述しておくことから、様々な移動地点における適切な特徴点の位置の認識ができることによって、簡単な構成で現在位置を認

識することができる。

【0031】尚、図21で述べた基本歩行機能への展開はさまざまなバリエーションが可能であり、例えば図26の場合などは、左右の歩幅合わせを行ってから直進しても良いし、或いは図21のときと同様に方向転換して直進して再度方向転換しても良い。

【0032】尚、上記した実施例において単眼の視覚センサを用いたが、複眼のものを用いても良い。

【0033】更には、この発明を2足歩行の脚式移動ロボットについて説明したが、それに限られるものではなく、1足ないしは3足以上の脚式移動ロボットにも、更にはクローラ型、車輪型など他の形態の移動ロボットにも妥当するものである。

【0034】

【発明の効果】請求項1項にあっては、視覚センサを備え、少なくとも前記視覚センサを通じて得た画像情報に基づいて自己の現在位置を認識して移動する移動体の現在位置認識処理装置において、前記現在位置認識処理装置が、移動空間に存在する物体の形状ないしは位置について複数個の特徴点を予め記憶する記憶手段、及び前記複数個の特徴点の中から予め用意された、距離についての関数及び角度についての関数の少なくともいずれかを含む評価関数に従って所定の特徴点を選択し、前記選択された特徴点についての画像情報に基づいて自己の現在位置を認識する認識手段とからなる如く構成したので、評価関数を適宜設定することにより、高速かつ高精度に現在位置を認識することができる。

【0035】請求項2項にあっては、複数本の脚部リンクを備えてなる脚式移動ロボットの歩行制御装置において、前記ロボットの歩行動作を所定の複数個の歩行機能の中から選択して決定する歩行動作決定手段、及び前記決定された歩行動作を実現するように前記脚部リンクを駆動する駆動手段を備える如く構成したので、複雑な環境を移動するときも経路の記述が容易となり、障害物を確実に回避させることができ安定した歩行制御を実現することができる。

【0036】請求項3項にあっては、前記歩行機能が、停止→直進→停止、停止→登り→停止、停止→降り→停止、停止→方向転換→停止、停止→歩幅合わせ→停止を少なくとも含む如く構成したので、拘束条件式の算出が容易となると共に、複雑な環境を移動するときも経路の記述が容易となり、障害物を確実に回避させることができ一層安定した歩行制御を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明に係る移動体の現在位置認識処理装置を2足歩行の脚式移動ロボットを例として全体的に示す概略図である。

【図2】図1に示す制御ユニットの説明ブロック図である。

【図3】図2に示す制御ユニットの動作を示す機能プロ

ック図である。

【図 4】図 2 に示す制御ユニットの動作を示すフロー・チャートである。

【図 5】図 4 フロー・チャートで予定する移動環境の説明図である。

【図 6】図 5 の環境地図の記述例を具体的に示す説明図である。

【図 7】図 6 の記述例の第 3 レベルをより詳細に示す説明図である。

【図 8】図 6 の記述例の第 3 レベルをより詳細に示す説明図で、特に特徴点の記述を詳細に示す説明図である。

【図 9】図 4 フロー・チャートで予定する基本歩行機能を示す説明図である。

【図 10】図 4 フロー・チャートの中の必須通過点の生成を示す説明図である。

【図 11】図 4 フロー・チャートの中の中間目標点の生成を示す説明図である。

【図 12】図 4 フロー・チャートの中の中間目標点の生成を示す同様の説明図である。

【図 13】図 4 フロー・チャートの中の中間目標点の生成で設定された経路を示す説明図である。

【図 14】図 4 フロー・チャートの中の階段下目標点への移動のサブルーチンを示すフロー・チャートである。

【図 15】図 14 フロー・チャートの中の現在位置の認識のうち、選択処理の準備のサブルーチンを示すフロー・チャートである。

【図 16】図 15 フロー・チャートの動作を示す説明図である。

【図 17】図 14 フロー・チャートの中の形状特徴点の絞り込みのサブルーチンを示すフロー・チャートであ

る。

【図 18】図 17 フロー・チャートの動作を示す説明図である。

【図 19】図 14 フロー・チャートの中の最適形状特徴点の選択のサブルーチンを示すフロー・チャートである。

【図 20】図 19 フロー・チャートの動作を示す説明図である。

【図 21】移動目標の指定と基本歩行機能への展開を示す説明図である。

【図 22】図 14 フロー・チャートの中の歩行計画処理のサブルーチンを示すフロー・チャートである。

【図 23】図 14 フロー・チャートの中の歩行計画による基本歩行モードの順次実行のサブルーチンを示すフロー・チャートである。

【図 24】移動指令から推定した現在位置とロボットの現在位置の認識結果との誤差を示す説明図である。

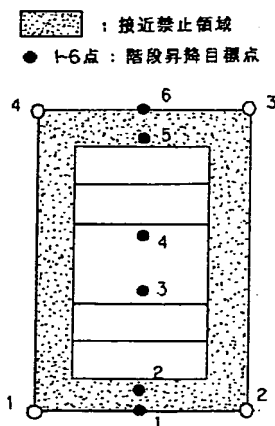
【図 25】画像処理による形状特徴点の認識を示す説明図である。

【図 26】図 21 と同様な基本歩行機能への展開の他のバリエーションを示す説明図である。

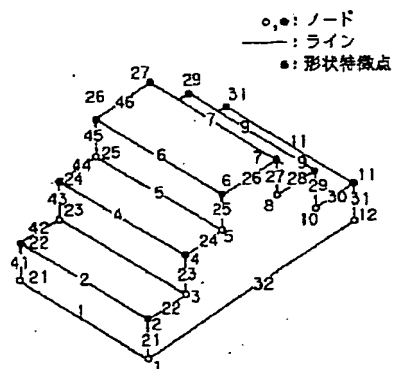
【符号の説明】

1	脚式移動ロボット（2 足歩行ロボット）
2 4	基体
2 6	制御ユニット
3 2	視覚センサ
3 4	画像処理ユニット
5 8	キーボード、マウス
6 0	ユーザインタフェース

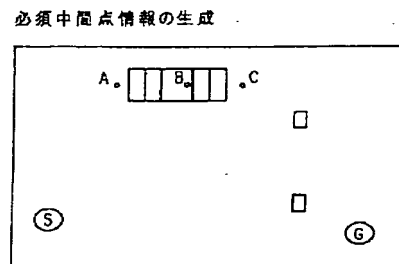
【図 7】



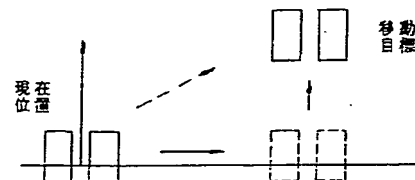
【図 8】



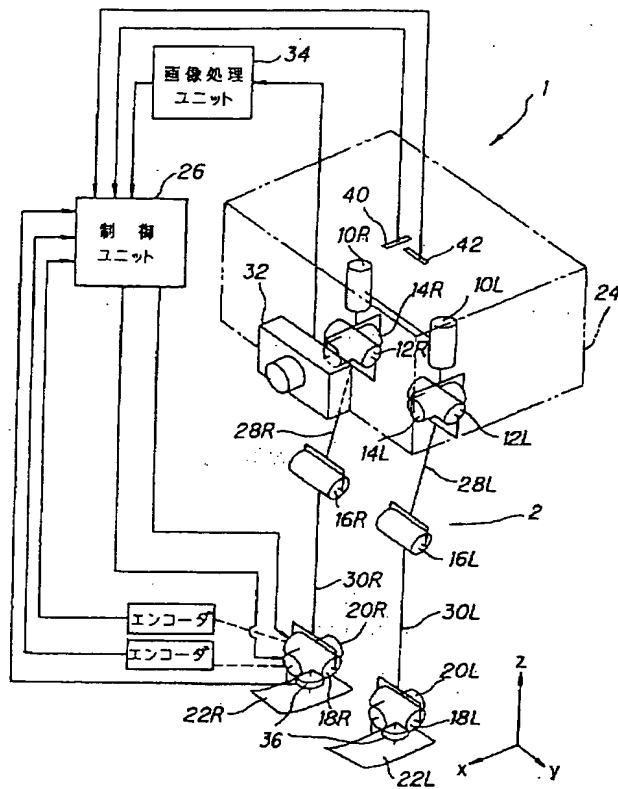
【図 10】



【図 26】

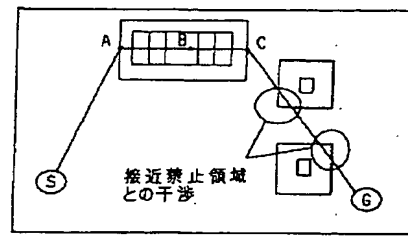


【図1】



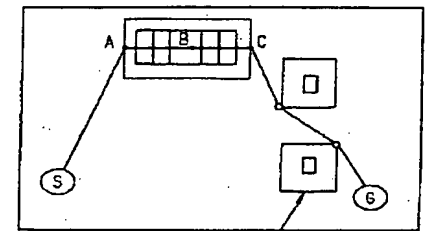
【図11】

障害物との干渉の検討



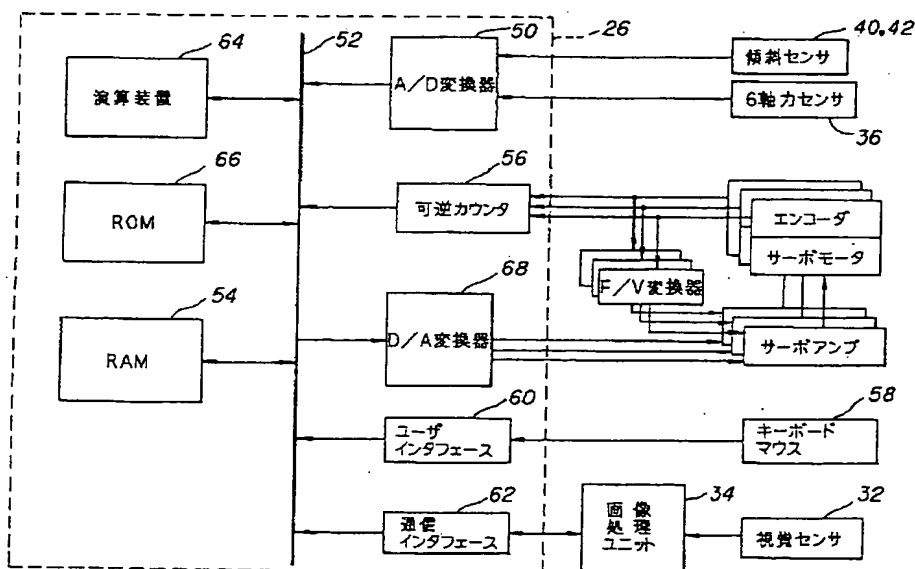
【図12】

中間目標点による障害物回避経路の生成

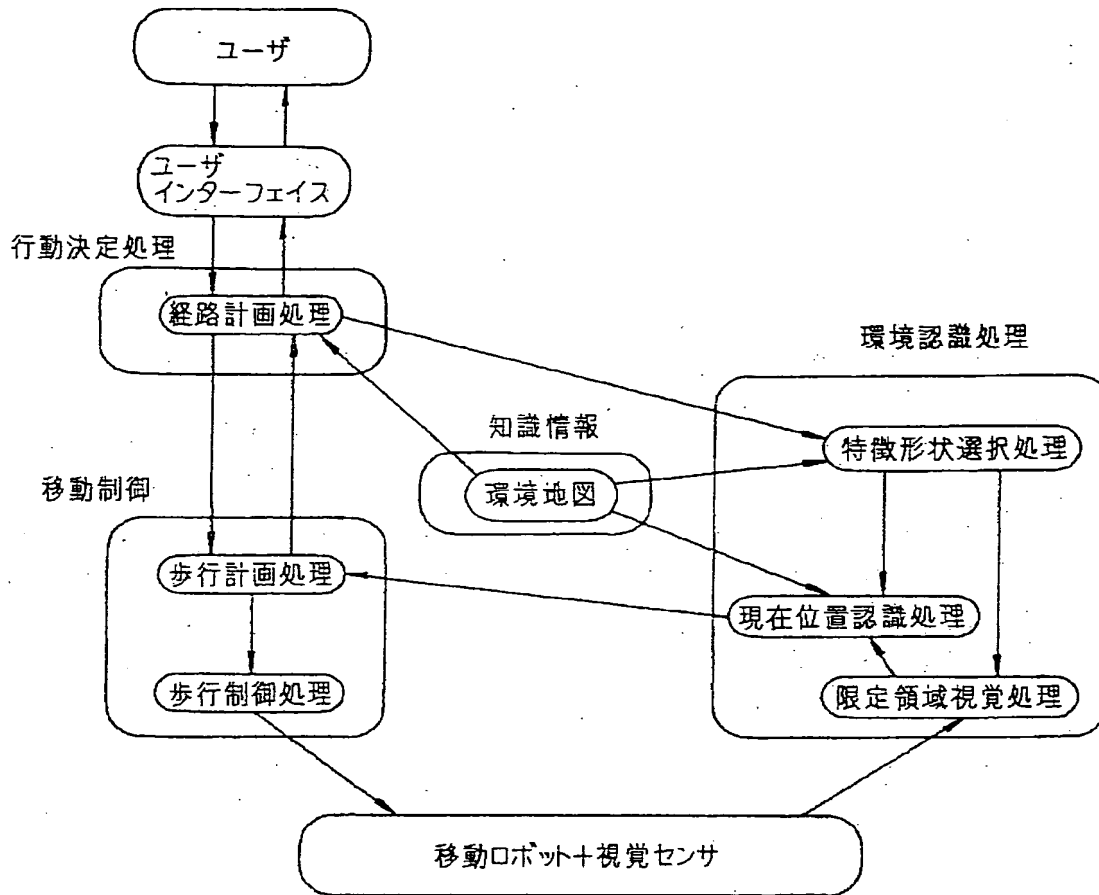


接近禁止領域

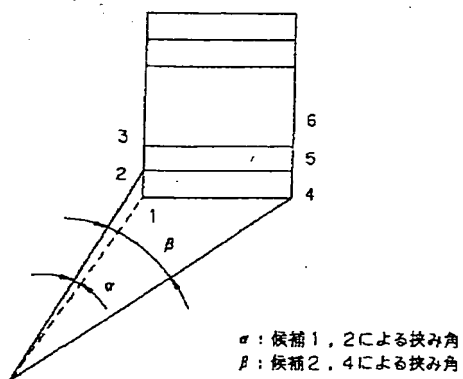
【図2】



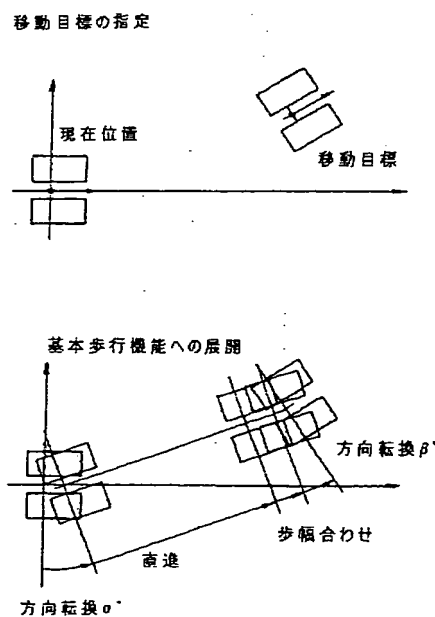
【図 3】



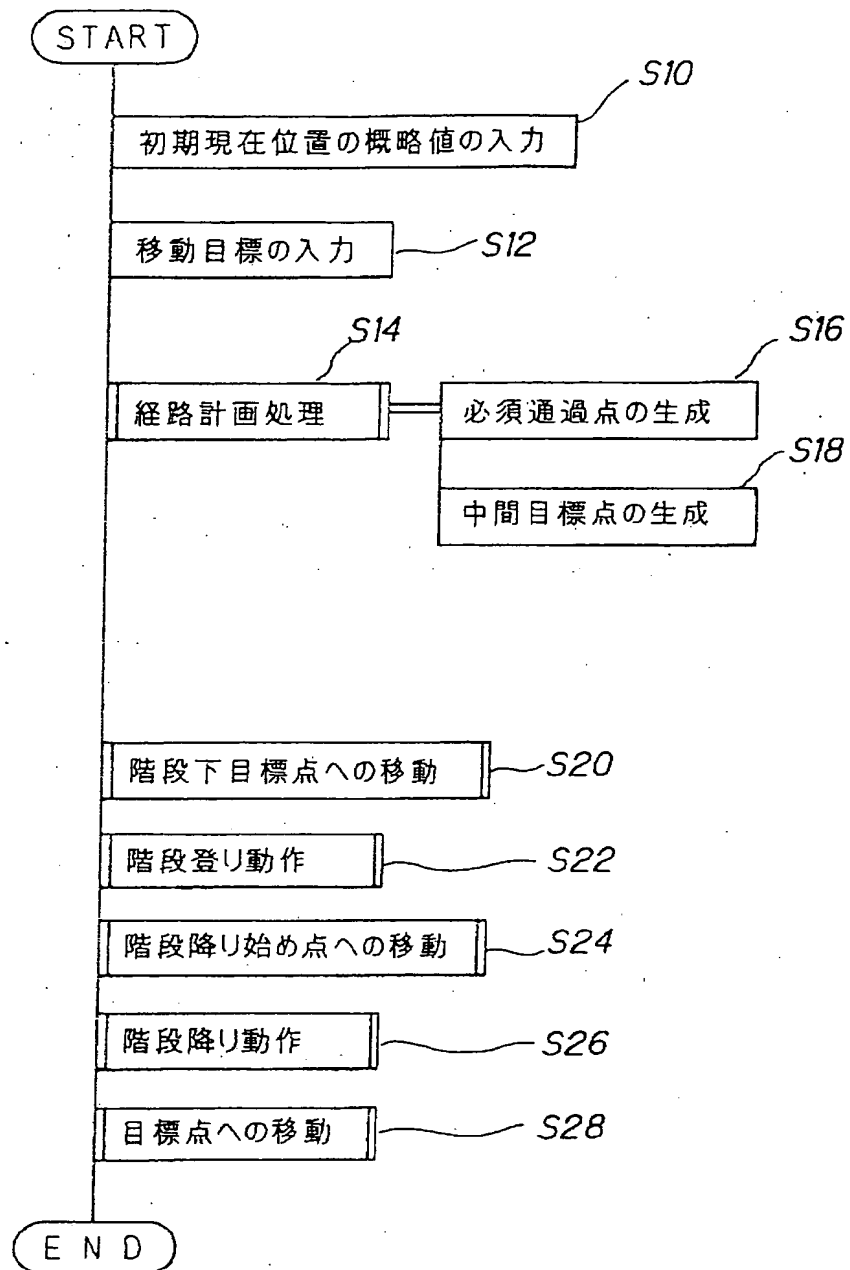
【図 20】



【図 21】

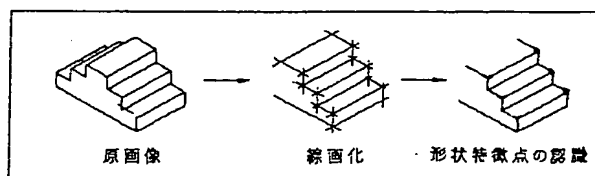


【図4】

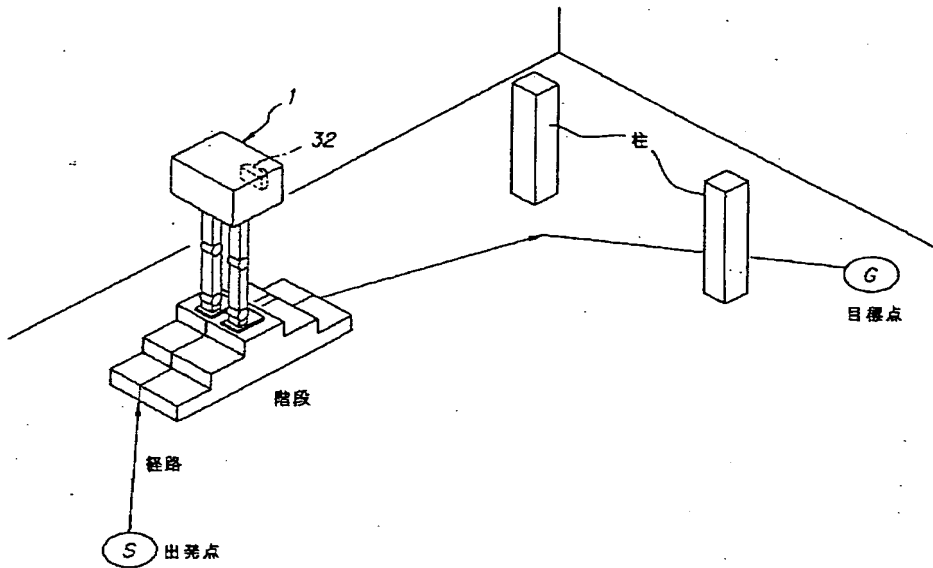


【図25】

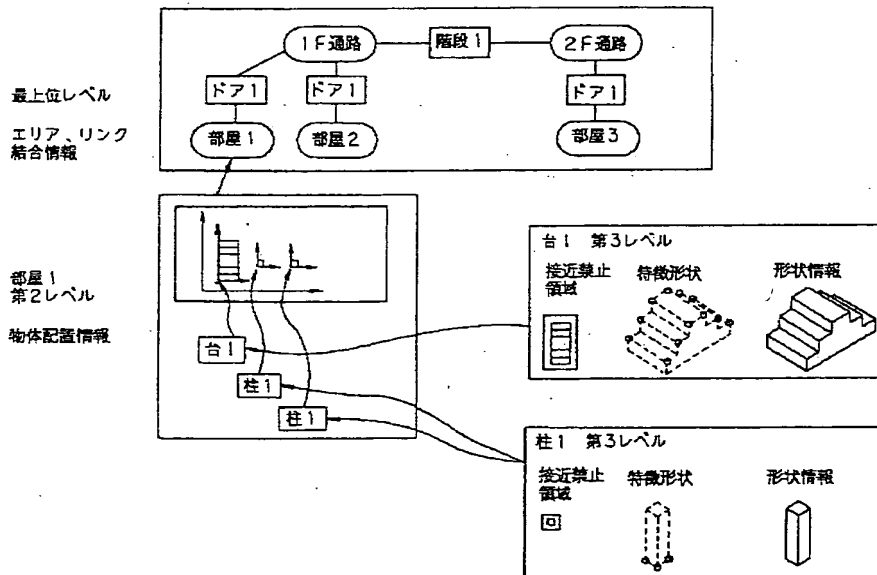
画像処理による形状特徴点認識



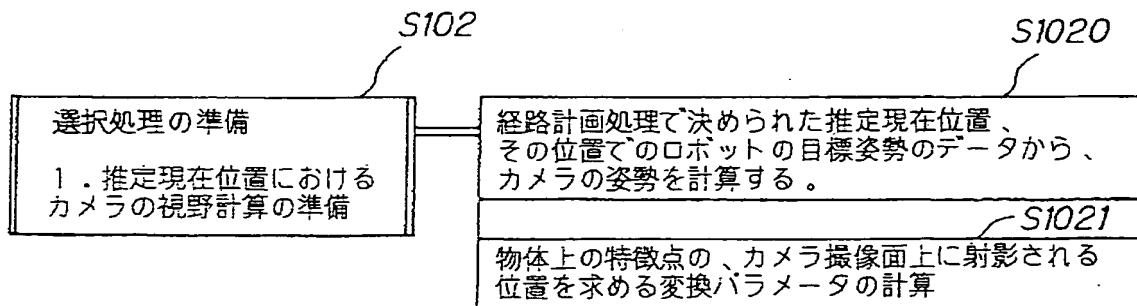
【図 5】



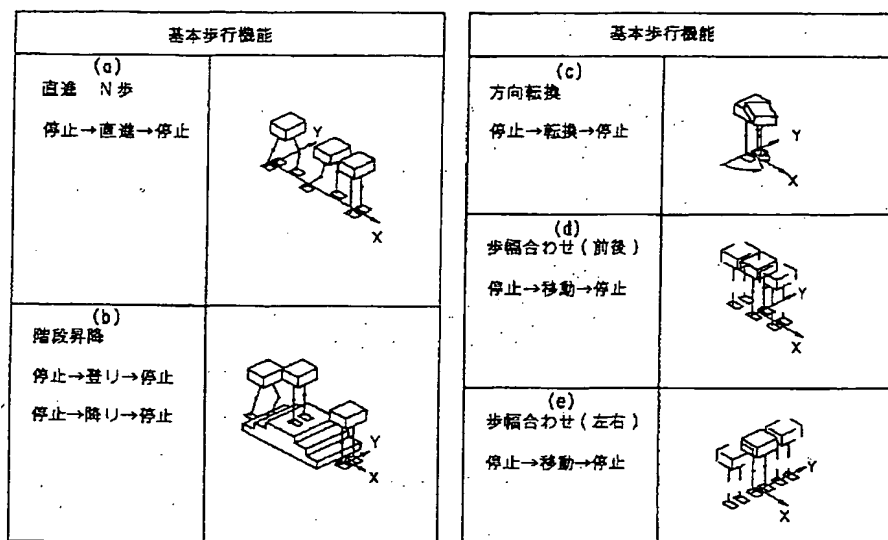
【図 6】



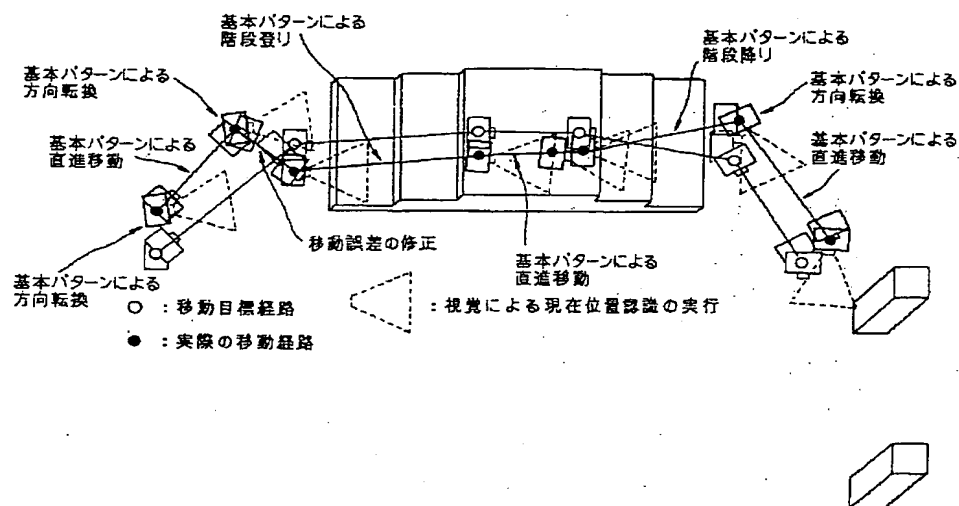
【図 15】



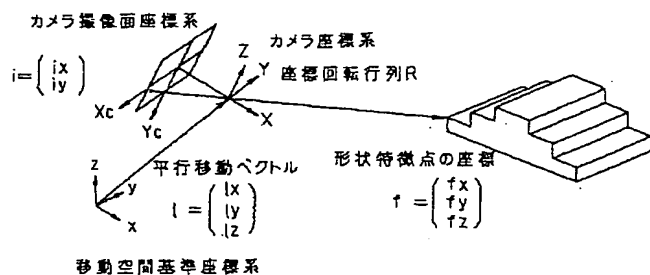
【图 9】



【图 13】

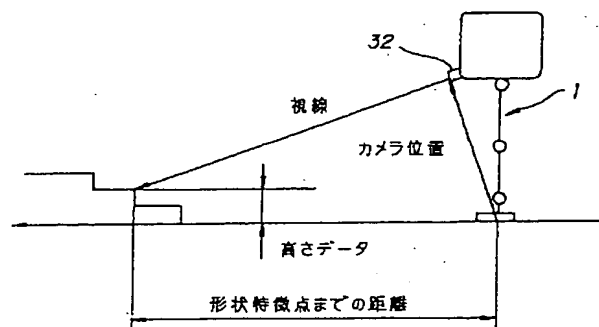


【図 16】

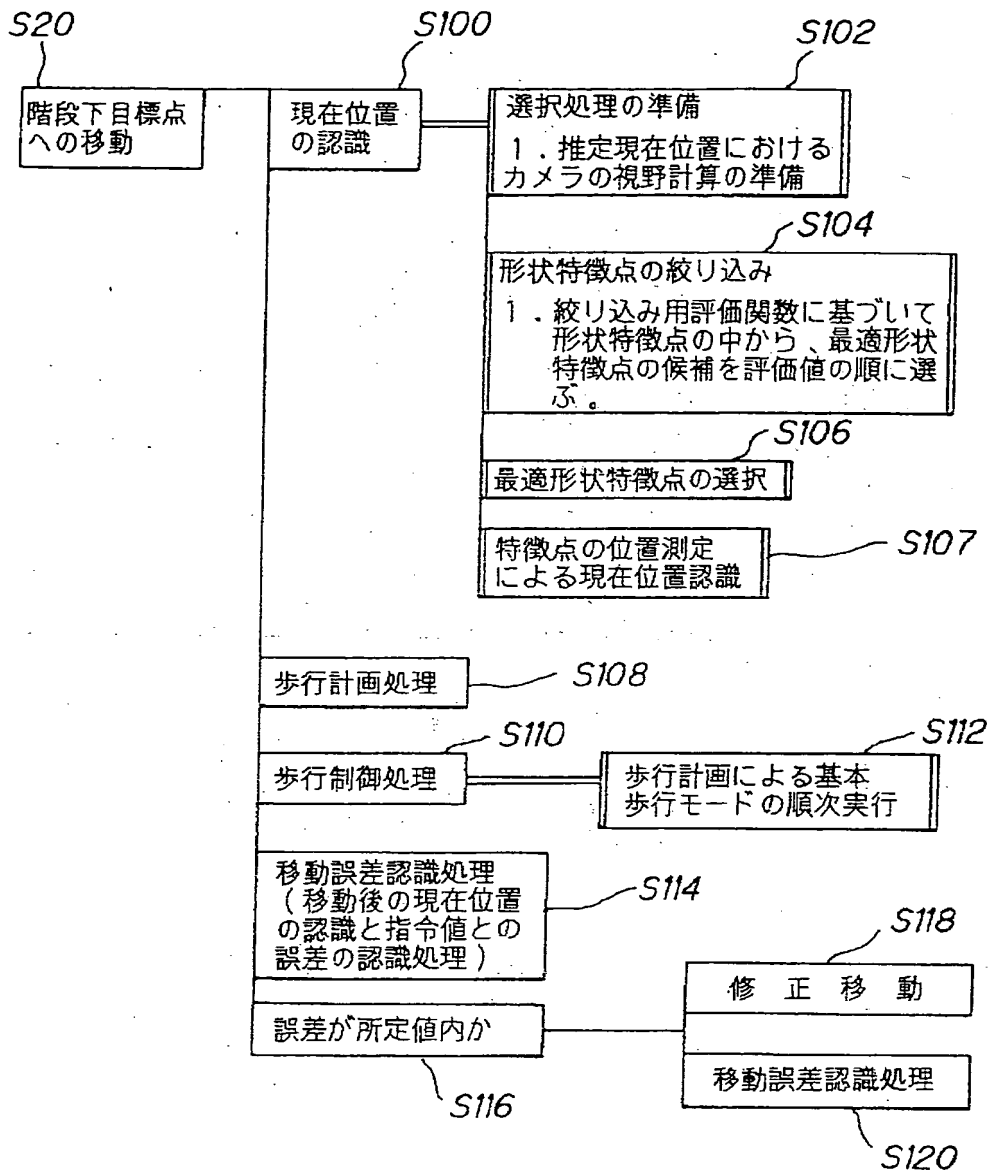


カメラ撮像面への変換式 $i = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} R^{-1} (f - 1)$

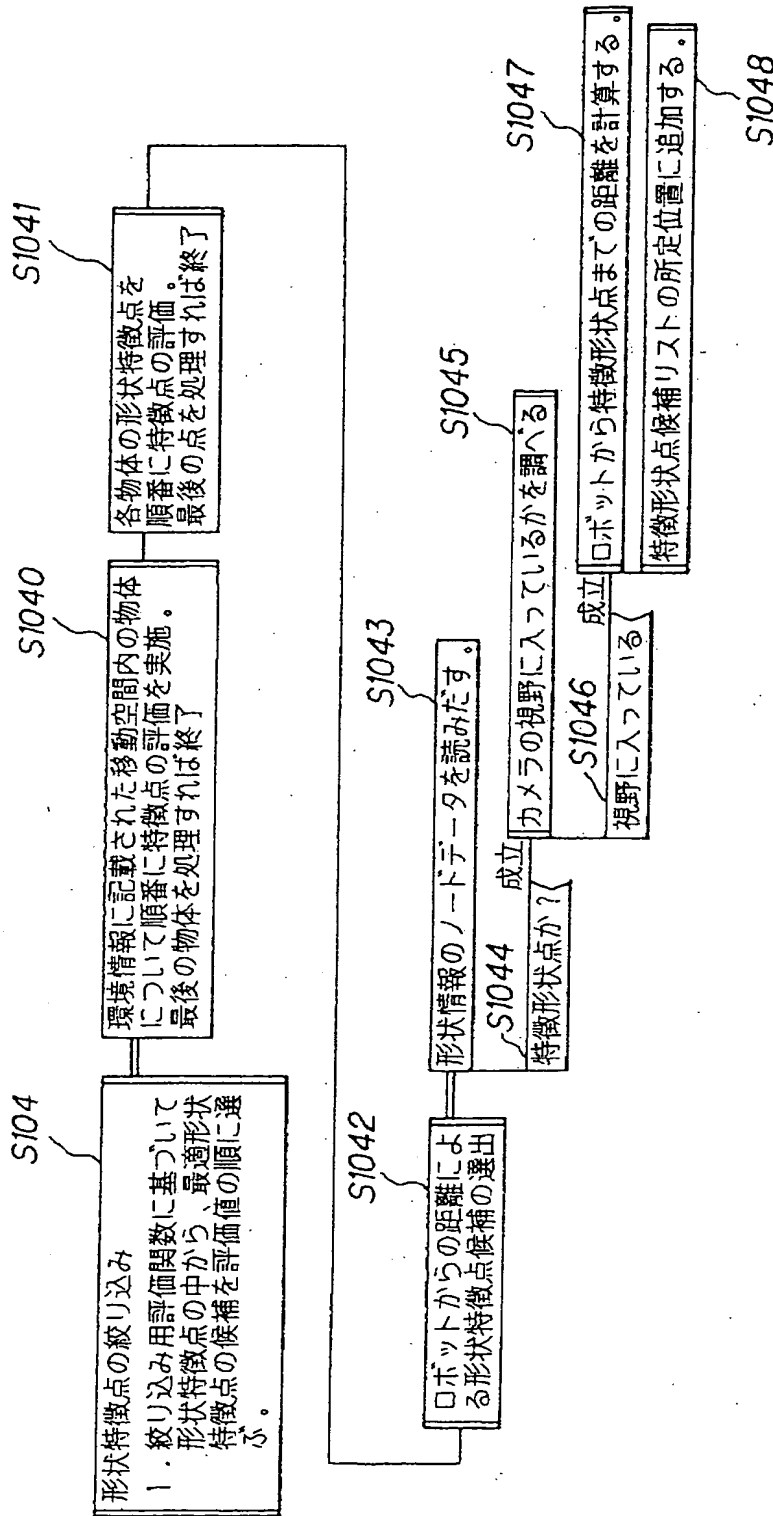
【图 18】



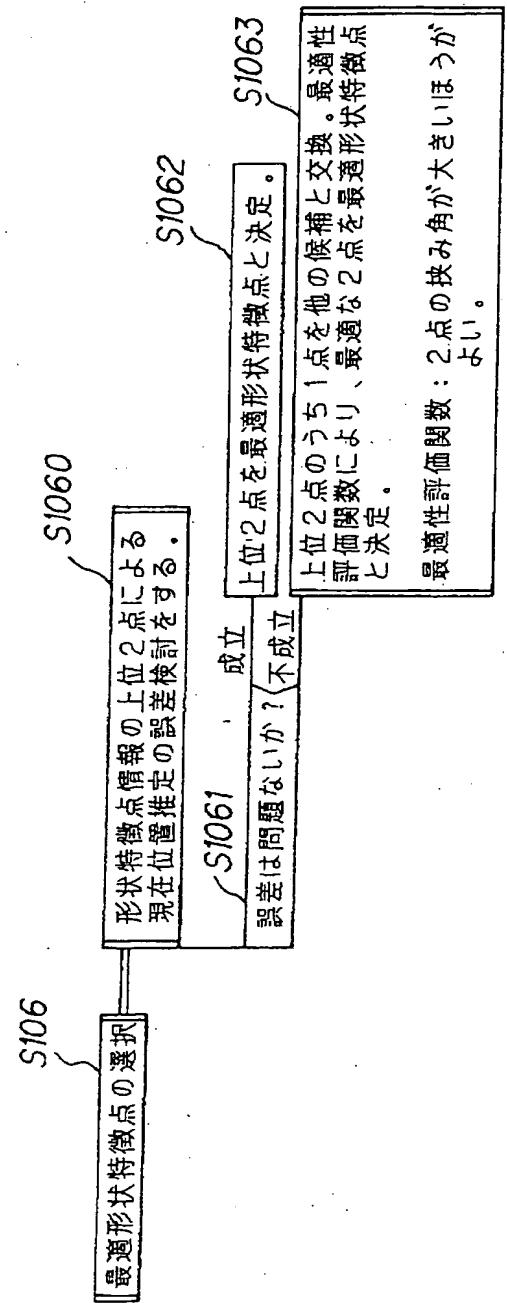
【図 1 4】



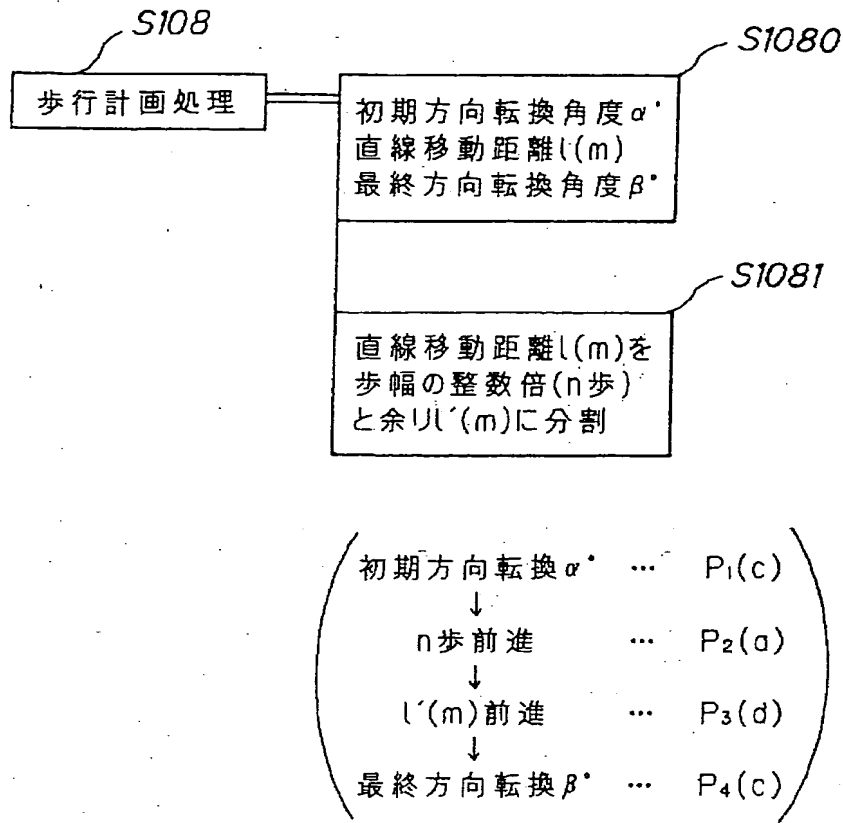
【図 17】



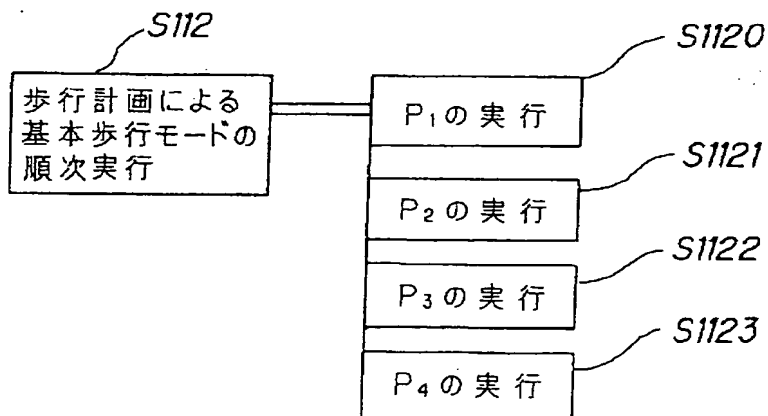
【図 19】



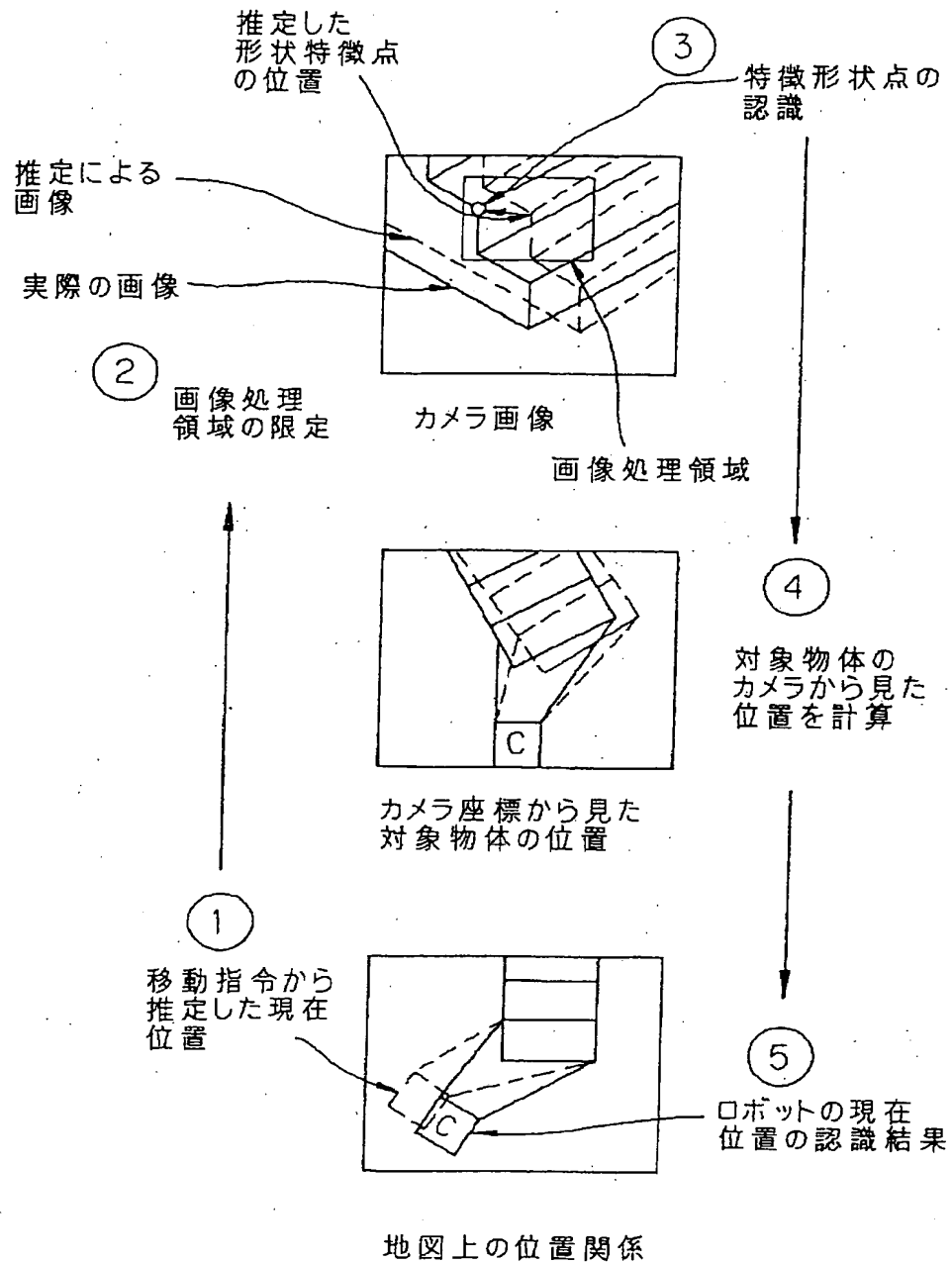
【図 22】



【図 23】



【図 2 4】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

B25J 5/00

G01B 11/00

B25J 19/04

THIS PAGE BLANK (USPTO)